

**РЕЦЕНЗІЯ**  
**на дисертаційну роботу Пустового Григорія Миколайовича**  
**за темою «Енергоефективний комплекс компресорного чілера з адсорбційним**  
**холодильним модулем», що подана на здобуття ступеня доктора філософії за**  
**спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія»**

**Актуальність роботи.** Відповідно до досліджень Міжнародний інститут холодильного обладнання (м. Париж) до 18% загальної виробленої у всьому світі електроенергії споживається холодильними системами. Варто зауважити, що використання холоду для зберігання та переробки різного роду харчових та нехарчових продуктів є необхідною частиною сучасного життя. Також холодильне обладнання активно використовується у промисловості як незамінний компонент у багатьох технологічних схемах виробництва. Слід відмітити, що стандартні холодильні системи споживають значні обсяги електричної енергії, що призводить до значного збільшення собівартості продукції при виробництві якої вони використовуються. Тому актуальним завданням є зменшення споживання електричної енергії холодильним обладнанням.

Вирішенню даного завдання присвячена дана робота.

**Ступінь обґрунтованості і достовірності отриманих результатів і зроблених висновків.**

Основні положення, сформульовані дисертантом є науково обґрунтованими і викладені на підставі поглиблого аналізу літературних джерел, результатів власних досліджень та їх обговорення. Наукові положення, висновки та практичні рекомендації дисертаційної роботи базуються на досліджені можливості роботи класичної холодильної системи з адсорбційним холодильним модулем із застосуванням теоретичних, лабораторних методів дослідження. Для оптимізації процесу дослідження та скорочення кількості експериментів, дисертант використовував метод планування експериментів. Такий підхід дозволив ефективно впоратися з завданням, забезпечуючи систематичне та структуроване проведення досліджень. Результати наукової роботи використані для розробки і впровадження енергоефективного комплексу компресорної холодильної установки з адсорбційним

охолоджувальним модулем в промислову систему холодозабезпечення для зберігання продуктів харчування (ТОВ «ГРІНКУЛ»). Тому обґрунтованість і достовірність отриманих результатів і зроблених висновків не викликають сумнівів.

### **Наукова новизна отриманих результатів.**

У роботі розроблено та науково обґрунтовано новий метод зниження температури та тиску конденсації в компресорно-конденсаторних установках.

Отримано подальший розвиток основних вимог до робочої пари адсорбційного охолоджувального модуля та на його основі підібрано оптимальний тип адсорбента і адсорбата в залежності від типу та призначення холодильного обладнання.

Встановлені основні фактори, що впливають на ефективність роботи холодильної системи з адсорбційним охолоджувальним модулем та розроблено комплексний метод визначення впливу адсорбційного охолоджувального модуля на енергоефективність холодильної системи.

Розроблено новий метод визначення кількості адсорбента і адсорбата в залежності від холодопродуктивності адсорбційного охолоджувального модуля із використанням залежності холодопродуктивності адсорбційного охолоджувального модуля до маси адсорбента і адсорбата.

Визначені межі застосування адсорбційного охолоджувального модуля для охолодження повітряного конденсатора та встановлені межі його застосування в залежності від типу адсорбента та холодопродуктивності системи.

Створено метод визначення коефіцієнта продуктивності холодильної системи в залежності від холодопродуктивності адсорбційного охолоджувального модуля.

### **Публікації.**

Зміст роботи викладено в 8 наукових працях, в тому числі: 7(6) статей у фахових виданнях України та 1 стаття, що входить до міжнародних науково-метрических баз даних Web of Science. Робота пройшла апробацію на 6 міжнародних наукових конференціях.

## **Практичне значення отриманих результатів.**

Отримані наукові результати були використані для розробки та впровадження енергоефективного комплексу компресорної холодильної установки з адсорбційним охолоджувальним модулем в промислову систему холодозабезпечення для зберігання продуктів харчування (ТОВ «ГРІНКУЛ»). Відповідно до цього було отримано акт впровадження результатів роботи.

Також розроблено схему утилізації тепла від адсорбційного охолоджувального модуля, що дозволяє використовувати тепло адсорбції для технологічних потреб, зокрема для відтаювання повіtroохолоджувачів та випарників, які входять до складу холодильної системи.

Розроблені пристрої були протестовані на промисловому виробництві компресорно-конденсаторних систем холодозабезпечення компанії (ТОВ «ЄВРОКУЛ»). Відповідно до цього було отримано протокол випробувань результатів роботи.

## **Структура та обсяг дисертації.**

Дисертація складається зі вступу, 6 розділів, висновків і списку використаних джерел із 118 найменувань. Робота має обсяг 151 сторінки, містить 7 додатків, 53 ілюстрації, 27 таблиці.

## **Зауваження по дисертаційній роботі:**

1. Потребує деяких пояснень використаний у дослідженні холодаагент. Чому був використаний саме фреон R404a? З 2022 року цей фреон заборонено використовувати в промисловості.

2. Для лабораторних досліджень була обрана холодильна система UBC 2.5, що працює на базі поршневого компресора. Чому не була обрана система на базі компресора іншого типу?

3. Із роботи не зовсім зрозуміле яким чином проводилась регенерація адсорбента після закінчення процесу адсорбції в лабораторних умовах?

4. На рисунку 2.4 не зрозуміло принцип підключення випарника до робочого контуру повітряного конденсатора. Яким чином відбується взаємодія між адсорбатом адсорбційного холодильного модуля та холодаагентом в контурі повітряного конденсатора?

5. На рисунку 4.2 не зовсім зрозуміле за рахунок чого відбувається циркуляція охолоджуючого середовища у адсорбційному охолоджувальному модулі.

6. На деяких графіках (рисунок 3.19, 3.20, 3.22) присутні екстремуми, виникнення яких не пояснено по тексту дисертаційної роботи.

7. На мій погляд, назва розділу 6 не повністю відображає його вміст. Відповідно до того, що у розділі проводяться розрахунки по встановленню економічної доцільності впровадження результатів роботи, краще було б це відобразити у назві.

8. У роботі зустрічаються орфографічні і стилістичні помилки.

## Висновок

Зауваження до дисертаційної роботи не впливають на загальну позитивну оцінку роботи. За результатами розгляду дисертаційної роботи Пустового Г.М. «Енергоефективний комплекс компресорного чілера з адсорбційним холодильним модулем», яка подана на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія, вважаю дисертацію завершеною науковою працею, яка вирішує важливу науково-практичну задачу забезпечення ефективного відведення тепла від конденсатора у системах холодильних установок.

За актуальністю, об'ємом та методичним рівнем досліджень, ступенем обґрунтованості наукових положень та висновків, науковою новизною та практичною цінністю, рівнем отриманих результатів та висновків, повнотою їх викладення в опублікованих працях, дисертаційна робота відповідає вимогам МОН України до кваліфікаційних наукових праць, а саме Наказу МОН України №40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації», та вимогам, передбаченим 5-8 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та

скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. №44.

Вважаю, що здобувач Пустовой Григорій Миколайович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю: 161 Хімічні технології т інженерія (галузь знань 16 Хімічна та біоінженерія)

Офіційний рецензент:

Завідувач кафедри інноваційної інженерії,  
доктор технічних наук, професор

Олег КАБАТ

Підпис засвідчує:

Вчений секретар ДВНЗ  
«Український державний  
хіміко-технологічний  
університет»



Лариса РУДНЕВА